

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



13

Bescheinigung

Die LINDE AKTIENGESELLSCHAFT in Wiesbaden/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Qualitätssicherung beim thermischen Spritzen mittels
rechnerischer Überarbeitung oder Verfremdung digitaler
Bilder"

am 11. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die Anmeldung ist auf die Linde Technische Gase GmbH in Höllriegelskreuth/Deutschland umgeschrieben worden.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol C 23 C 4/12 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 27. April 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Feuer

Aktenzeichen: 199 10 892.7

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Zusammenfassung

Qualitätssicherung beim thermischen Spritzen mittels rechnerischer Überarbeitung oder Verfremdung digitaler Bilder

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Spritzen zur Erzeugung einer Spritzschicht auf der Oberfläche eines Substrates, wobei mittels einer digitalen Kamera zumindest ein die Qualität der Spritzschicht beeinflussendes Merkmal des thermischen Spritzprozesses erfaßt, kontrolliert und/oder überwacht wird, sowie eine Anlage zur Qualitätssicherung bei der Erzeugung einer Spritzschicht auf der Oberfläche eines Substrates mittels eines thermischen Spritzverfahrens umfassend eine digitale Kamera zur Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung zumindest eines die Qualität der Spritzschicht beeinflussenden Merkmals des thermischen Spritzprozesses.

Erfindungsgemäß wird in den Bildern mittels rechnerischer Überarbeitung und/oder Verfremdung mindestens ein Bereich gleicher Intensität und/oder mindestens ein Bereich innerhalb eines bestimmten Intensitätsintervalls einem oder mehreren symmetrischen geometrischen Flächenkörpern zugeordnet. Die symmetrischen geometrischen Flächenkörper können anhand von für die jeweilige geometrische Form charakteristischen Merkmalen als Datensätze erfaßt werden und über diese Datensätze kann die Qualitätsdiagnose erfolgen. Bevorzugt werden als symmetrische geometrische Flächenkörper Ellipsen eingesetzt. Die Erfindung gewährleistet die Qualitätssicherung über eine Diagnostik, welche auf verhältnismäßig geringen Datenmengen basiert und dabei auf für den Spritzprozeß bzw. für den Spritzapparat aussagekräftige und eindeutige Daten beruht.

Beschreibung

Qualitätssicherung beim thermischen Spritzen
mittels rechnerischer Überarbeitung oder Verfremdung digitaler Bilder

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum thermischen Spritzen zur Erzeugung einer

5 Spritzschicht auf der Oberfläche eines Substrates, wobei mittels einer digitalen Kamera zumindest ein die Qualität der Spritzschicht beeinflussendes Merkmal des thermischen Spritzprozesses erfaßt, kontrolliert und/oder überwacht wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Anlage zur Qualitätssicherung bei der Erzeugung einer Spritzschicht auf der Oberfläche eines Substrates mittels eines thermischen 10 Spritzverfahrens umfassend eine digitale Kamera zur Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung zumindest eines die Qualität der Spritzschicht beeinflussenden Merkmals des thermischen Spritzprozesses.

Bei thermischen Spritzverfahren wird üblicherweise ein gegebenenfalls an- oder

15 aufgeschmolzener Zusatzwerkstoff unter Einsatz eines Gases oder Gasgemisches auf die zu beschichtende Oberfläche des Substrates geleitet.

Ein Verfahren und eine Anlage der eingangs genannten Art werden in der eigenen deutschen Patentanmeldung 198 20 195.8 beschrieben. Dabei stand als Ausgangs-

20 punkt das Bestreben, die Reproduzierbarkeit, die Erfüllung von Qualitätsansprüchen und die Einhaltung vorgegebener Qualitätsanforderungen durch Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung der Einflußparameter beim thermischen Spritzen gewährleisten zu können. Dazu werden relevante Prozeßparameter gemessen, geregelt und gegebenenfalls auch dokumentiert. Derartige Parameter sind beispielsweise die 25 Gasflüsse (Trägergas und/oder gegebenenfalls Brenngas), die Stromstärken, der Spritzabstand, der Spritzwinkel (Winkel zwischen Spritzstrahl und Substratoberfläche), die Relativgeschwindigkeit des Spritzstrahls zur Substratoberfläche, die Einbringung des Zusatzwerkstoffes, die Menge des Spritzpulvers bzw. die Drahtvorschubgeschwindigkeiten etc.

30

Als Verfahrensvarianten des thermischen Spritzens zum Beschichten kommen im Rahmen der Erfindung grundsätzlich alle bekannten Verfahrensvarianten in Betracht

wie das autogene Flammspritzen, das Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen, das Plamaspritzen, das Lichtbogenspritzen, das Detonationsspritzen oder das Laserspritzen, aber auch die als Kaltgasspritzen bezeichnete Variante des thermischen Spritzens, eine Art Weiterentwicklung des Hochgeschwindigkeits-Flammspritzens

5 (beispielsweise in der europäischen Patentschrift EP 0 484 533 B1 beschrieben).

Beim Kaltgasspritzen kommt ein Zusatzwerkstoff in Pulverform zum Einsatz, wobei die Pulverpartikel beim Kaltgasspritzen nicht im Gasstrahl geschmolzen werden, sondern die Temperatur des Gasstrahles unterhalb des Schmelzpunktes der Zusatzwerkstoffpulverpartikel liegt.

10

In der Anlage nach der eigenen deutschen Patentanmeldung 198 20 195.8 ist eine digitale Kamera zur Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung zumindest eines die Qualität der Spritzschicht beeinflussenden Merkmals des thermischen Spritzprozesses vorgesehen. Als Digitalkamera können sowohl digitale Bildkameras wie auch

15 digitale Videokameras eingesetzt werden. Es können also einerseits Einzelbilder und/oder als Sequenzen zu einem Film zusammengesetzte Videobilder die geforderte Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung bringen, wobei die Grenze zwischen Einzelbildern auf der einen Seite und Film auf der anderen Seite ohnehin nicht scharf definiert ist, aber als Untergrenze für die Bildfrequenz bei einem Film aufgrund der

20 Trägheit des menschlichen Auges etwa 16 Bilder pro Sekunde betrachtet werden können.

Die in der eigenen deutschen Patentanmeldung 198 20 195.8 beschriebene Diagnostik durch Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung von die Qualität der Spritzschicht beeinflussenden Merkmalen des thermischen Spritzprozesses führt zu einer

25 vom Aufwand her relativ einfachen, aber außerordentlich effizienten Qualitätssicherung für das thermische Spritzen. So kann beispielsweise in Betrieben, welche das thermische Spritzen einsetzen, gleichzeitig aber häufig wechselnde Spritzanwendungen auftreten, die Reproduzierbarkeit von Spritzschichten anhand einer Bewertung von qualitätsprägenden Merkmalen bzw. von Parametern und/oder Größen des

30 Spritzprozesses über Bildstandards dieser Diagnostik gewährleistet und die Spritzschichten sehr schnell auf gleichbleibende Qualität gebracht werden. Dabei ist wichtig, daß eine Beeinträchtigung des thermischen Spritzprozesses oder eine Beschädigung der Spritzschicht durch die Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung der

35 Qualitätsmerkmale aufgrund des rein optischen Zugangs auf jeden Fall ausgeschlos-

sen ist. Andererseits kann beispielsweise aber auch nach längerer Zeit gewährleistet werden, daß die gleiche Anwendung mit gleicher Spritzqualität gespritzt wird, wenn beispielsweise die Charakteristik des Bildes in der Zone des Aufschmelzens identisch mit der früheren ist.

5

Die Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung mit der digitalen Kamera kann zur Regelung und gegebenenfalls zur Optimierung eines oder mehrerer Parameter verwendet werden. Die Digitaltechnik ermöglicht es problemlos, daß die zur Erfassung, Kontrolle und/oder Überwachung der Qualität der Spritzschicht dienenden Aufzeichnungen unmittelbar im laufenden Spritzprozeß sichtbar gemacht und/oder ausgewertet werden und so eine optimierende Regelung von Spritzparametern stattfinden kann. Die Optimierung der Parameter trägt zur Wirtschaftlichkeit des thermischen Spritzprozesses bei, da ein uneffektiv hoher Verbrauch eines oder mehrerer im thermischen Spritzverfahren benötigter Stoffe (z.B. Gasmengen, Zusatzwerkstoffe) vermieden werden und somit eine Ersparnis erzielt werden kann.

Dabei kann das ganze Vielfalt der Darstellungsmöglichkeiten, welche die Digitaltechnik eröffnet, ausgenutzt werden. Je nach Einzelfall können unterschiedliche Darstellungsvarianten – insbesondere rechnerisch überarbeitete oder verfremdete – bestimmte Vorteile mit sich bringen. Die Darstellung der Bilder oder Videoaufzeichnungen kann dabei grundsätzlich schwarzweiß oder farbig erfolgen, wobei auch Mischformen mit beispielsweise teilweiser farbiger Darstellung möglich sind.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs genannte Verfahren und die eingangs genannte Anlage weiterzubilden, wobei die rechnerische Überarbeitung und/oder Verfremdung weiterentwickelt und verbessert wird. Insbesondere sollten die der Diagnostik zugrundeliegenden Informationen im Umfang möglichst gering gehalten bzw. reduziert werden, so daß die Handhabung, Schnelligkeit und/oder Datenspeicherung vereinfacht wird.

25

Die gestellte Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens dadurch gelöst, daß in den Bildern mittels rechnerischer Überarbeitung und/oder Verfremdung mindestens ein Bereich gleicher Intensität und/oder mindestens ein Bereich innerhalb eines bestimmten Intensitätsintervalls einem oder mehreren symmetrischen geometrischen Flächenkörpern zugeordnet wird.

35

Die gestellte Aufgabe wird hinsichtlich der Anlage dadurch gelöst, daß Mittel zur Erfassung des oder der symmetrischen geometrischen Flächenkörper anhand von für die jeweilige geometrische Form charakteristischen Merkmalen als Datensatz oder

5 Datensätze vorhanden sind, wobei über diesen Datensatz oder über diese Datensätze das zumindest eine die Qualität der Spritzschicht beeinflussende Merkmal des thermischen Spritzprozesses erfaßt, kontrolliert und/oder überwacht wird.

Die Symmetrie der geometrischen Flächenkörper umfaßt im Rahmen der Erfindung
10 Achssymmetrien und Rotationssymmetrien.

In Ausgestaltung der Erfindung werden der oder die symmetrischen geometrischen Flächenkörper anhand von für die jeweilige geometrische Form charakteristischen Merkmalen als Datensatz oder Datensätze erfaßt und über diesen Datensatz oder
15 über diese Datensätze das zumindest eine die Qualität der Spritzschicht beeinflussende Merkmal des thermischen Spritzprozesses erfaßt, kontrolliert und/oder überwacht.

Als symmetrische geometrische Flächenkörper werden insbesondere Kreise, Quadrate, Rechtecke, Parallelogramme und/oder Ellipsen eingesetzt. Dabei werden
20 Ellipsen bevorzugt verwendet, da sich in der Regel ovale Gebilde ergeben, die aufgrund ihrer Ähnlichkeit in der Kontur mit Ellipsen leicht und relativ exakt zu erfassen sind.

Mit Vorteil werden von einander unabhängige charakteristische Merkmale als
25 Datensatz für die jeweilige geometrische Form erfaßt. Dies hilft, die Zahl der Daten einerseits gering zu halten, andererseits aber möglichst aussagekräftige Daten zu ermitteln.

Die rechnerische Überarbeitung und/oder Verfremdung wird bevorzugt mittels eines
30 Konturerfassungsalgorithmus, mittels einer Darstellung in Gradientenstufen und/oder mittels einer gradientenbetonten, auf Bitezone reduzierten Darstellung durchgeführt.

Das zumindest eine die Qualität der Spritzschicht beeinflussende Merkmal des thermischen Spritzprozesses kann den Spritzprozeß selbst und/oder den dabei
35 benutzten Spritzapparat betreffen.

Die symmetrischen geometrischen Flächenkörper oder bevorzugt deren Datensätze können zur Regelung und gegebenenfalls zur Optimierung eines oder mehrerer Parameter verwendet werden.

5

Ebenso ist es möglich, daß die symmetrischen geometrischen Flächenkörper oder bevorzugt deren Datensätze zur Dokumentation eines oder mehrerer die Qualität der Spritzschicht beeinflussenden Merkmale und/oder des Spritzprozesses an sich verwendet werden.

10

Die Erfindung gewährleistet die Qualitätssicherung über eine Diagnostik, welche auf verhältnismäßig (bezüglich der Vielzahl der Parameter beim thermischen Spritzen) geringen Datenmengen basiert und dabei auf für den Spritzprozeß bzw. für den Spritzapparat aussagekräftige und eindeutige Daten beruht.

15

Im Hinblick auf den Spritzapparat (Brenner) lassen sich aus den geometrischen Flächenkörpern oder bevorzugt aus deren Datensätzen beispielsweise folgende Aussagen unmittelbar ableiten:

- am Beispiel des Plasmabrenners (Plasmaspritzen):
 - Zustand der Elektroden,
 - Enthalpieänderungen im Freistahl und
 - die Enthalpieverteilung im Freistahl
- am Beispiel des HVOF-Brenners (Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen):
 - Geschwindigkeit des ausströmenden Gases (Abstand der Überschallknoten),
 - Enthalpieänderungen im Freistahl und
 - die Enthalpieverteilung im Freistahl.

Aus den geometrischen Flächenkörpern bzw. bevorzugt aus deren Datensätzen können für den Spritzprozeß, d.h. den Partikelstrahl, beispielsweise die Merkmale:

- 30 • Aufschmelzverhalten,
- Apertur,
- Schwerpunkt und
- Richtung

erfaßt werden.

35

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

Hierbei zeigt:

5

Figur: die einzelne Stufen einer erfindungsgemäßen Bildbearbeitung zur Qualitätssicherung beim thermischen Spritzen.

In der **Figur** sind die Stufen einer erfindungsgemäßen Bildbearbeitung zur

10 Qualitätssicherung beim thermischen Spritzen – im Ausführungsbeispiel ein Plasmaspritzen – in einer Bilderfolge gezeigt. Die einzelnen Stufen sind dabei:

1. Bildaufzeichnung,
2. Konturerfassung,
3. Ellipseneinpassung,
4. Ellipsenbeschreibung und
5. Datenbank.

Der Bilderfolge liegt eine erfindungsgemäße rechnerische Überarbeitung und/oder Verfremdung zugrunde.

20 Mittels eines Kontur-Erfassungsalgorithmus oder einer Gradientenstufendarstellung oder einer gradientenbetonten, auf Bitebene reduzierten Darstellung werden Bereiche gleicher Intensitäten in den belichteten Bildteilen markiert. Diese sowohl für den Zustand und den Betrieb des Spritzapparates (Brenner) als auch für den Zustand und den Verlauf des Spritzprozesses aussagekräftigen Informationen werden daraufhin 25 als Informationsträger für die weitere Bearbeitung verwendet.

In den sich ergebenden ovalen Gebilden werden eine oder mehrere Ellipsen einge- paßt. Dabei wird jede Ellipse mittels ihrer fünf unabhängigen Eigenschaften vollständig beschrieben. Diese Eigenschaften sind:

30

- vertikale Position des Ellipsenschwerpunktes,
- horizontale Position des Ellipsenschwerpunktes,
- Länge der Halbachse 1,
- Länge der Halbachse 2 und
- Winkel einer der Halbachsen zur Horizontalen.

35

Die rechnerisch überarbeitete oder verfremdete Bilddarstellung führt zu einem Datensatz einer oder mehrere Ellipsen, die im Hinblick auf die Qualitätssicherung beim Spritzprozeß (im weiteren Sinne) sowohl den Spritzapparat als auch den Spritzprozeß selbst (im engeren Sinne) charakterisieren.

5

Auf diese Weise läßt sich die Information des gesamten Spritzprozesses auf wenige sehr aussagekräftige, eindeutige Informationen reduzieren, wodurch eine leichte, mathematisch unterstützte Prozeßdiagnostik realisierbar ist.

10



Patentansprüche

1. Verfahren zum thermischen Spritzen zur Erzeugung einer Spritzschicht auf der Oberfläche eines Substrates, wobei mittels einer digitalen Kamera zumindest ein die Qualität der Spritzschicht beeinflussendes Merkmal des thermischen Spritzprozesses erfaßt, kontrolliert und/oder überwacht wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in den Bildern mittels rechnerischer Überarbeitung und/oder Verfremdung mindestens ein Bereich gleicher Intensität und/oder mindestens ein Bereich innerhalb eines bestimmten Intensitätsintervalls einem oder mehreren symmetrischen geometrischen Flächenkörpern zugeordnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die symmetrischen geometrischen Flächenkörper anhand von für die jeweilige geometrische Form charakteristischen Merkmalen als Datensatz oder Datensätze erfaßt werden und über diesen Datensatz oder über diese Datensätze das zumindest eine die Qualität der Spritzschicht beeinflussende Merkmal des thermischen Spritzprozesses erfaßt, kontrolliert und/oder überwacht wird.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2; dadurch gekennzeichnet, daß als symmetrische geometrische Flächenkörper Kreise, Quadrate, Rechtecke, Parallelogramme und/oder bevorzugt Ellipsen eingesetzt werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß voneinander unabhängige charakteristische Merkmale als Datensatz für die jeweilige geometrische Form erfaßt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die rechnerische Überarbeitung und/oder Verfremdung über einen Konturerfassungsalgorithmus, über eine Darstellung in Gradientenstufen und/oder über eine gradientenbetonte, auf Bitezene reduzierte Darstellung erfolgt.

11. Anlage nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage so konzipiert ist, daß die symmetrischen geometrischen Flächenkörper oder bevorzugt deren Datensätze zur Regelung und gegebenenfalls zur Optimierung eines oder mehrerer Parameter verwendet werden.

5

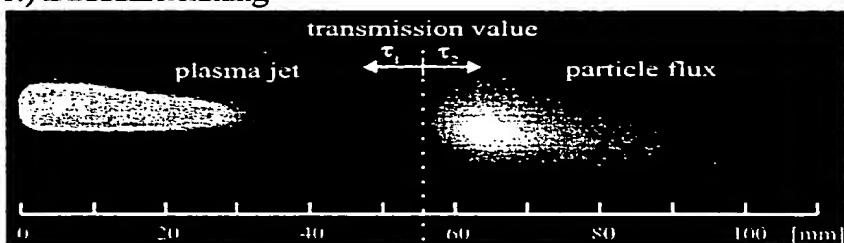
12. Anlage nach Anspruch 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage Mittel zur Verwendung der symmetrischen geometrischen Flächenkörper oder bevorzugt deren Datensätze zur Dokumentation eines oder mehrerer die Qualität der Spritzschicht beeinflussenden Merkmale und/oder des Spritzprozesses an sich umfaßt.

10

Bl. 1/1

Figur

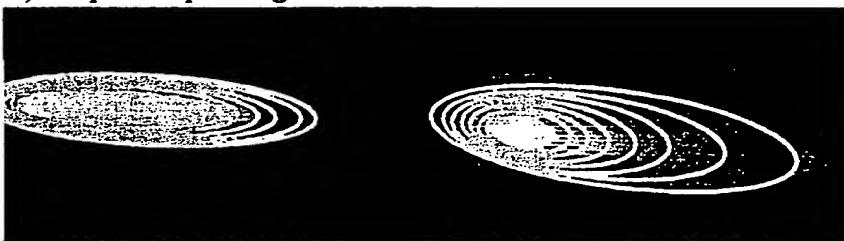
1.) Bildaufzeichnung



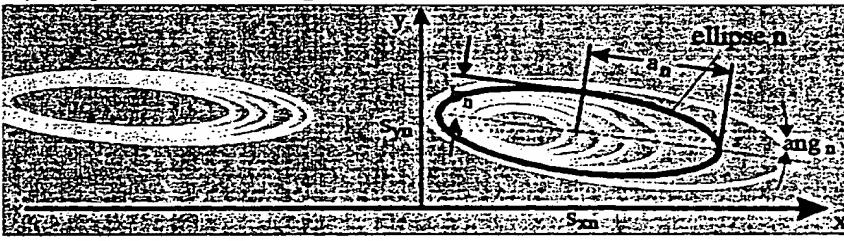
2.) Konturerfassung



3.) Ellipseneinpassung



4.) Ellipsenbeschreibung



5.) Datenbank

result: data bank				
sx1:0.05635	sy1:0.00332	ang1:0.00251	a1:0.90845	b1:5.44042
sx2:0.06343	sy2:0.00631	ang2:0.00089	a2:5.63184	b2:6.53315
sx3:0.65433	sy3:0.00123	ang3:0.00068	a3:9.81134	b3:5.54042

BEST AVAILABLE COPY



Creation date: 09-03-2004

Indexing Officer: HGRAY - HARRY GRAY

Team: OIPEBackFileIndexing

Dossier: 09756866

Legal Date: 01-10-2001

No.	Doccode	Number of pages
1	FRPR	21

Total number of pages: 21

Remarks:

Order of re-scan issued on